

2/5/1

DIALOG(R) File 351: Derwent WPI

(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

007448166 **Image available**

WPI Acc No: 1988-082100/ 198812

Modifying photomask used for integrated circuit mfg. - using ultraviolet
laser beam for irradiation onto photomask to conduct modification of
deficiency in white NoAbstract Dwg 1/3

Patent Assignee: NEC CORP (NIDE)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 63036249	A	19880216	JP 86180848	A	19860731	198812 B

Priority Applications (No Type Date): JP 86180848 A 19860731

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 63036249	A		5		

Title Terms: MODIFIED; PHOTOMASK; INTEGRATE; CIRCUIT; MANUFACTURE;
ULTRAVIOLET; LASER; BEAM; IRRADIATE; PHOTOMASK; CONDUCTING; MODIFIED;
DEFICIENT; WHITE; NOABSTRACT

Derwent Class: P84; U11

International Patent Class (Additional): G03F-001/00; H01L-021/30

File Segment: EPI; EngPI

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-36249

⑬ Int. Cl.⁴G 03 F 1/00
H 01 L 21/30

識別記号

G C A
3 0 1

庁内整理番号

Y-7204-2H
W-7376-5F

⑭ 公開 昭和63年(1988)2月16日

審査請求 有 発明の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 ホトマスク修正方式

⑯ 特 願 昭61-180848

⑰ 出 願 昭61(1986)7月31日

⑱ 発 明 者 吉 野 洋 一 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 柳 川 信

明 細 書

1. 発明の名称

ホトマスク修正方式

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ光をホトマスクに集光照射して前記ホトマスクの白欠陥の修正を行うホトマスク修正方式であって、クロムを含む化合物を気体化し、前記白欠陥の修正時に前記気体中に前記ホトマスクを保持する保持手段を設け、前記白欠陥の修正時の前記レーザ光を紫外レーザ光とし、前記紫外レーザ光を前記保持手段により前記気体中に保持された前記ホトマスク上に集光照射して前記白欠陥の修正を行うようにしたことを特徴とするホトマスク修正方式。

(2) レーザ光をホトマスクに集光照射して前記ホトマスクの白及び黒欠陥の修正を行うホトマスク修正方式であって、クロムを含む化合物を気体化し、前記白欠陥の修正時に前記気体中に前記ホトマスクを保持する保持手段と、紫外レーザ光と

可視レーザ光とのうち一方を選択する選択手段とを設け、前記白欠陥の修正時の前記レーザ光を前記選択手段により選択された前記紫外レーザ光とし、前記紫外レーザ光を前記保持手段により前記気体中に保持された前記ホトマスク上に集光照射して前記白欠陥の修正を行うようにし、前記黒欠陥の修正時の前記レーザ光を前記選択手段により選択された前記可視レーザ光とし、前記可視レーザ光を前記ホトマスク上に集光照射して前記黒欠陥の修正を行うようにしたことを特徴とするホトマスク修正方式。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明はホトマスク修正方式に関し、特にレーザ光を用いたホトマスク修正方式に関する。

従来技術

IC(集積回路)やLSI(大規模集積回路)等の製造に用いられるホトマスクには黒欠陥および白欠陥と呼ばれる2種類の欠陥が存在する。黒欠陥は不要な部分に道光線となる金属膜(通常は

Cr (クロム) 膜) が残存している欠陥であり、白欠陥は逆に必要な部分に金属膜が欠陥している欠陥である。ホトマスクにこれらの欠陥が存在すると、ICやLSIの性能不良をひき起こし、歩留りを低下させる原因となるため、これらの欠陥を修正する必要がある。

現在、黒欠陥の修正はレーザー光を用いた修正装置により実現されており、実際に生産ラインで使用されて歩留り向上に効果を上げている。この装置の一般的構成例を第3図に示す。この図を用いて修正装置の黒欠陥修正原理について説明する。

レーザー光源3から出射されたレーザー光のビーム径をビームエキスパンダ8により広げる。この拡大されたレーザー光は次に可変スリット11により所望の形状に整形される。この整形されたレーザー光は顕微鏡37内に導入されてダイクロイックミラー38で反射され、対物レンズ39でホトマスク25上に集光される。この集光されたレーザー光はホトマスク25上の金属膜を瞬時に溶融し蒸発させることができる。

- 3 -

リフトオフ法はホトマスク25上にレジストを塗り、白欠陥部を露光した後、再度露光工程により金属膜を形成して修正を行うものである。

レーザー光による熱CVD法は米国のメーカにより発表されたもので、実用装置化されて販売されている。この装置による白欠陥修正はいわゆる熱CVD法を応用したもので、熱源としてArレーザー光を用いている。この方法の修正原理は次のようにしてなされる。

ホトマスク25表面にCr (CO)₆ (クロムカルボニル) ガスを流し、その上からレーザー光を照射してホトマスク基板を加熱する。そうすると加熱された近傍のCr (CO)₆ ガスが熱分解してCr 原子とCO分子に分かれ、Cr 原子がホトマスク25上に吸着し成長してCr 膜が形成される。ただしこの場合、加熱原理は金属膜のレーザー光吸収を利用しているので、Cr (CO)₆ ガスを熱分解するに足る温度上昇がすでにパターンとして作られているCr 膜部分でしか生じないため、Cr 膜の形成はオリジナルのCr 膜部分から次々

- 5 -

この場合、蒸発した金属膜の形状はレーザー光のエネルギーとパルス幅とを適当に選ぶことにより、可変スリット11の形状と一致させることができる。したがって、この可変スリット11にパイロット光源9からの光を照射して、ホトマスク25上に可変スリット11の形状の像を結像させ、顕微鏡37によりホトマスク25上のその像を肉眼40で観察しながら可変スリット11の形状を変えることにより任意の形状に修正することができる。

通常レーザー光源3としては、YAG (ヤグ) レーザの波長 1.05 μm あるいはその高調波である 0.53 μm が用いられており、この場合パルス幅は20 nsec程度で、エネルギーは約 200 μJ /パルス程度である。なお、パルス幅は短い方が正確な修正を行えることが知られている。

一方、白欠陥の修正については、古くはリフトオフ法で行われていたが、最近ではレーザー光による熱CVD (chemical vapor deposition) 法と集束イオンビームによる方法とが発表されている。

- 4 -

とCr 膜を延長拡大してゆくという方法を探っている。すなわち、独立したCr 膜を形成することはできない。

また、この装置は第2高調波光 (波長 0.53 μm) を発生することのできるYAGレーザを搭載しており、このレーザー光により黒欠陥を修正することもできるが、2種類の異なるレーザー装置を使用するために熱CVD法による白欠陥の修正と、YAGレーザの第2高調波光による黒欠陥の修正とを随時切換えて修正作業を行うことはできない。

集束イオンビーム法も米国より発表されており、実際に装置化されている。この集束イオンビームを用いた白欠陥の修正には2通りの方法がある。この方法のひとつは、集束イオンビームによってホトマスク基板表面の白欠陥部分に微小な傷を無数につけて、この傷におけるビームの散乱により等価的に光が透過しないようにする方法である。もうひとつの方法は、ガス状にしたある種の有機物をホトマスク表面に流し、その上から集束イオンビームを照射して、ホトマスク上にカーボン膜を

- 6 -

形成するものである。

また、この種の集束イオンビームを用いた装置は、集束イオンビームでC₁膜をスパッタすることによって黒欠陥を修正することでもできる。この種の装置の修正時間は、 $10 \sim 30 \mu\text{m}^2 / \text{min}$ 程度である。

このような従来のホトマスク修正装置では、黒欠陥の修正のみしかできず、またリフトオフ法においては修正工程が複雑で長時間を要するばかりでなく、修正工程で新たな欠陥を生じるという欠点がある。また、熱CVD法を用いた装置では独立した白欠陥を修正することができず、また、熱広がりにより高精度の修正ができないという欠点があり、さらに黒欠陥を修正するために別のレーザ光源を必要とし、結局黒欠陥と白欠陥の2つの修正を行うためには2台のレーザ装置が必要となる等の欠点を有する。集束イオンビームを用いる方法では、黒欠陥と白欠陥の両方を修正することができるが、白欠陥修正においてホトマスク基板に傷がつき、また形成される膜がC₁膜ではなく、

- 7 -

本発明による他のホトマスク修正方式は、レーザ光をホトマスクに集光照射して前記ホトマスクの白及び黒欠陥の修正を行うホトマスク修正方式であって、クロムを含む化合物を気体化し、前記白欠陥の修正時に前記気体中に前記ホトマスクを保持する保持手段と、紫外レーザ光と可視レーザ光とのうち一方を選択する選択手段とを設け、前記白欠陥の修正時の前記レーザ光を前記選択手段により選択された前記紫外レーザ光とし、前記紫外レーザ光を前記保持手段により前記気体中に保持された前記ホトマスク上に集光照射して前記白欠陥の修正を行うようにし、前記黒欠陥の修正時の前記レーザ光を前記選択手段により選択された前記可視レーザ光とし、前記可視レーザ光を前記ホトマスク上に集光照射して前記黒欠陥の修正を行うようにしたことを特徴とする。

実施例

次に、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図で

- 9 -

この修正時間が長い等の欠点を有する。

発明の目的

本発明は上記のような従来のものの欠点を除去すべくなされたもので、白欠陥の修正を段階的な欠陥を生ずることなく早く行うことができるホトマスク修正方式を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、白欠陥と黒欠陥とを連続的に修正することができるホトマスク修正方式を提供することである。

発明の構成

本発明によるホトマスク修正方式は、レーザ光をホトマスクに集光照射して前記ホトマスクの白欠陥の修正を行うホトマスク修正方式であって、クロムを含む化合物を気体化し、前記白欠陥の修正時に前記気体中に前記ホトマスクを保持する保持手段を設け、前記白欠陥の修正時の前記レーザ光を紫外レーザ光とし、前記紫外レーザ光を前記保持手段により前記気体中に保持された前記ホトマスク上に集光照射して前記白欠陥の修正を行うようにしたことを特徴とする。

- 8 -

ある。図において、波長 $1.06 \mu\text{m}$ のレーザ光を発生するレーザ光源3は、制御回路1からの信号によりレーザ電源2の供給する電力で任意のくり返し周波数のCW（持続波）レーザ光あるいは単発のパルスレーザ光を発生することができる。第2高調波発生ユニット4は、レーザ光源3からの $1.06 \mu\text{m}$ のレーザ光を $0.53 \mu\text{m}$ のレーザ光に変換する働きをする。この第2高調波発生ユニット4で通常良く使用される光学結晶はC₁₀・AやKTPであり、この場合の交換効率 $10 \sim 30\%$ が普通である。

第4高調波発生ユニット5は、第2高調波発生ユニット4からの $0.53 \mu\text{m}$ のレーザ光を $0.266 \mu\text{m}$ のレーザ光に変換する働きをする。この第4高調波発生ユニット5で通常良く使用される光学結晶はKDPであり、この場合の交換効率もやはり $10 \sim 30\%$ が普通である。

アッテネータ6は、第4高調波発生ユニット5からの紫外レーザ光のエネルギーを所望の値に調節することができる。アッテネータ6で調節された

- 10 -

紫外レーザ光は固定ミラー7で反射されビームエキスパンダ8でビーム径を拡大される。この拡大されたレーザ光はダイクロイックミラー10で反射され、可変スリット11に入射し、所望の形状に整形される。次に、このレーザ光はダイクロイックミラー12で反射されて、固定ミラー13で反射されるレーザ光軸Aを通り、ダイクロイックミラー14、20で反射され、対物レンズ21に入射する。

一方、可変スリット11の形状を確認するために用いるパイロット光線9から出射された可視光は、ダイクロイックミラー10を経て可変スリット11を通過した後、補正レンズ系15を経て固定ミラー16で反射されるパイロット光軸Bを通過して対物レンズ21に入射する。この補正レンズ系15は紫外レーザ光と可視光との波長差による可変スリット11の結像位置のずれを補正するためのレンズ系である。

このようにして、紫外レーザ光とパイロット光とによる可変スリット11の像が対物レンズ21

- 11 -

エンパ22内のホトマスク25上に供給される。

また、ホトマスク25上での $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ガスの濃度を一定に保ち、よどみを無くすために排気装置32により排気ノズルから $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ガスを排気する。なお、この $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ガスは人体に有害であるため排気ダクトへ出す前にトラップ31により回収する。トラップ31としては冷卻トラップや熱分解トラップが用いられる。さらに、チェンバ22にはレーザ光を導入するためのウィンド23が設けられており、このウィンド23の材料としては紫外レーザ光を透過することのできる石英ガラスが用いられる。

このようにホトマスク25上に $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ガスが存在する状態で、紫外レーザ光を数秒照射すると、紫外レーザ光の照射された部分のみに Cr 膜が形成される。この Cr 膜形成の原理はいわゆるレーザCVD法と呼ばれる膜形成法による。したがって、可変スリット11の形状を変えて、紫外レーザ光の照射形状を変えることにより、任意形状の Cr 膜をホトマスク25上に形成するこ

- 13 -

によりホトマスク25上に結露される。この場合、対物レンズ21は紫外レーザ光を良く通す必要があるため、通常石英やホタル石を用いた組合せレンズが用いられる。ホトマスク25およびパイロット光は、照射照明光源18および透過照明光源28を用いてダイクロイックミラー19を経て観察光学系17によりその形状を観察することができ

る。ホトマスク25は加熱機構付きのマスクホルダ26に固定されており、このマスクホルダ26はXYステージ27上に載置されている。XYステージ27は密閉されたチェンバ22の中にはいつている。

このチェンバ22にはホトマスク25上に $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ガスを供給するノズルとそれを排気するノズルとが付いている。 $\text{Cr}(\text{CO})_6$ は粉末状の金属であるが、加熱すれば蒸発してガスとなり、その上気圧は45℃で約1 Torr(トル)となる。この $\text{Cr}(\text{CO})_6$ は加熱機構付の原料室29で作られ、キャリアガス供給装置30によりチ

- 12 -

とができ、ホトマスク25の白欠陥を修正することができ

る。この場合、1～100 μm 内の範囲で最適な Cr 膜を形成するための条件としては、レーザパワーが5～200 mWで、くり返し周波数400Hz～10 kHzのQスイッチ紫外レーザ光により照射時間5～200秒間照射すると良いことが実験的に知られている。この Cr 膜形成の条件については、「KH2 繰り返しパルス紫外レーザ光による微小領域への Cr のCVD」(1984.12.4., 半導体集積回路技術第27回シンポジウム講演論文集, P.P. 6～11)に記載されている。

以上は白欠陥を修正する場合であるが、本発明の一実施例では黒欠陥の修正も行うことができ、これについて次に説明する。

上述したように白欠陥を修正する場合の紫外レーザ光の照射時間は数秒から数百秒と長く、一方、黒欠陥の修正の場合は先に従来技術の項で述べたように、パルス幅数十nsecのパルスレーザ光の単発照射が可能である。したがって、このような数

- 14 -

+nsecという短い照射時間であれば、Cr(CO)₆ガス中で紫外レーザ光を照射してもCr膜の形成は行われず、十分なエネルギーがあればホトマスク25のCr膜を蒸発させて黒欠陥を修正することができる。

この場合、ホトマスク25のCr膜を蒸発させるための条件としては、パルス幅が50nsec以下で、エネルギーが5〜500μJ/パルスで、くり返し周波数が1〜10ppsの範囲のパルス紫外レーザ光であれば黒欠陥の修正を行えることが実験的に知られている。このCr膜の蒸発の条件については、「フォトリソ加工技術」(技術雑誌「電子材料」1978.3., p.45〜53)に掲載されている。

第2図は本発明による他のホトマスク修正方式の一実施例を示すブロック図である。図において、本発明による他のホトマスク修正方式の一実施例は第1図の本発明の一実施例に可動ミラー33、36と、固定ミラー34と、ビーム整形器35とを設けて構成されている。また、ビームエキスパ

- 15 -

光輪がくると良い修正ができなかったり、修正形状がばらついたりするので、十分再現性良く移動できる構造とする必要がある。

このように、Cr(CO)₆ガス(クロムを含む化合物を気体化したガス)の中にホトマスク25を保持し、このホトマスク25上に紫外レーザ光を集光照射して白欠陥の修正を行うようにすることによって、1台の装置でホトマスク25の黒欠陥と白欠陥とを適時連続的に修正することができるだけでなく、黒欠陥の修正においては従来のレーザ光による黒欠陥修正装置と同等の性能を有し、白欠陥の修正においては従来方法よりも早く、しかも断片的な欠陥をひき起こす恐れもなく実現することができる。

また、紫外レーザ光と可視レーザ光とを白欠陥の修正と黒欠陥の修正とに使いわけることによって、より確実に白欠陥の修正と黒欠陥の修正とを行うことができる。

発明の効果

以上説明したように本発明によれば、クロムを

- 17 -

ンダ8と、ダイクロミックミラー10、20と、対物レンズ21と、ウィンド23とには紫外レーザ光(波長0.266μm)と可視レーザ光(波長0.53μm)との両方に対して透過率あるいは反射率が良くなるよう表面コーティングがなされている。

白欠陥修正時は可動ミラー33、36は実験の位置にあってホトマスク25上には紫外レーザ光が達し、前述のごとくCr膜を形成することができる。黒欠陥を修正する場合は、可動ミラー33、36を破線の位置に移動させ、波長0.53μmの可視レーザ光が固定ミラー34とビーム整形器35とを通過してビームエキスパンダ8にはいるようにする。すると、この可視レーザ光は可変スリット11を通過した後、パイロット光輪8を通過してホトマスク25上に集光照射され、黒欠陥を修正する。この場合、可視レーザ光は可視光であるので、Cr膜形成にあずかるCVD反応の影響を受けずに黒欠陥を修正することができる。ただし、この実施例では可動ミラー33、36を用いているが、

- 16 -

含む化合物のガスの中にホトマスクを保持して、このホトマスク上に紫外レーザ光を集光照射することによって、白欠陥の修正を断片的な欠陥をひき起こすことなく早く行うことができ、白欠陥と黒欠陥とを適時連続的に修正することができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図は本発明による他のホトマスク修正方式の一実施例を示すブロック図、第3図は従来例を示すブロック図である。

主要部分の符号の説明

- 3 …… レーザ光源
- 4 …… 第2高調波発生ユニット
- 5 …… 第4高調波発生ユニット
- 6 …… アッテネータ
- 15 …… 補正レンズ系
- 22 …… チェンバ
- 23 …… ウィンド
- 24 …… Cr(CO)₆(クロムカル

- 18 -

